第３講　2018年度 試行調査 第3問 & 演習問題

■ 2018年度 試行調査

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。
H　1.0　C　12　N　14　O　16
気体は，実在気体とことわりがない限り，理想気体として扱うものとする。

第３問　次の文章（A・B）を読み，問い（**問１〜6**）に答えよ。
〔**解答番号** [1] 〜 [7]〕（配点　20）

A　20 世紀後半ごろからエネルギー源の主役が石炭から石油にかわった。それに伴って有機化学工業の原料も，石炭由来の化合物 A から，石油由来の化合物 B やプロペン（プロピレン）にかわっていった。たとえば，アセトアルデヒドは，以前は式(1)の反応で，触媒の存在下で A に水を付加してつくられていた。

$$\boxed{\text{A}} + H_2O \longrightarrow CH_3CHO \qquad (1)$$

現在は式(2)の反応で，触媒の存在下で B を酸化してつくられている。

$$2\,\boxed{\text{B}} + O_2 \longrightarrow 2\,CH_3CHO \qquad (2)$$

式(2)の反応で用いる触媒と同じ触媒を使った式(3)で示すプロペンの酸化反応では，主に化合物 C が生成し，アルデヒド D はほとんど生成しない。

$$2\,CH_2{=}CH{-}CH_3 + O_2 \longrightarrow 2\,\boxed{\text{C}} \qquad (3)$$

C と D は互いに構造異性体の関係にあり，どちらもカルボニル基 >C=O をもっている。

有機化合物を合成するときの炭素源を，石油から天然ガスにかえる動きもある。天然ガスに含まれるメタン CH_4 や，天然ガスからつくられる合成ガスに含まれる一酸化炭素 CO のような，炭素数１の化合物を原料にした有機工業化学を C１（シーワン）化学という。たとえば，触媒の存在下で CO と水素 H_2 を反応させると化合物 E ができる。さらに E を触媒の存在下で CO と反応させると式(4)のように化合物 F が生成する。 F は，アセトアルデヒドの酸化によっても生成する。

$$\boxed{\text{E}} + CO \longrightarrow \boxed{\text{F}} \qquad (4)$$

問１ A と B に関する記述として**誤りを含むもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 [1]

① 炭素原子間の距離は， A より B のほうが短い。
② A を臭素水に吹き込むと，臭素の色が消える。
③ A を構成する原子は，すべて同一直線上にある。
④ B は常温・常圧で気体である。
⑤ B は付加重合によって，高分子化合物になる。

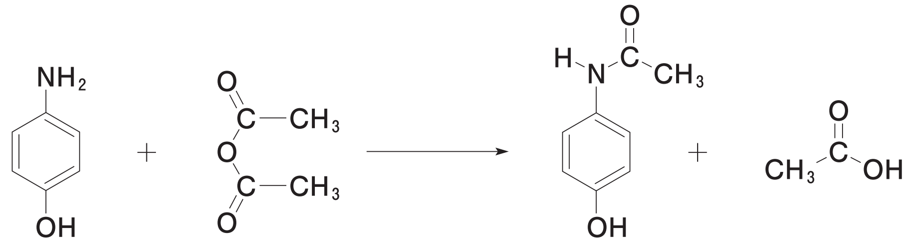
問２ C と D に関する記述として**誤りを含むもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 [2]

① C はヨードホルム反応を示す。
② 酢酸カルシウムを乾留（熱分解）すると C が生成する。
③ クメン法ではフェノールとともに C が生成する。
④ D はフェーリング液を還元する。
⑤ 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で 2-プロパノールを酸化すると D が生成する。

問３　ＥとＦに当てはまる化学式として最も適当なものを，次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。Ｅ [3]　Ｆ [4]

① CH_3OH　② C_2H_5OH　③ $HCOOH$
④ CH_3COOH　⑤ C_2H_5COOH　⑥ $HCOOCH_3$

B　学校の授業でアニリンと無水酢酸からアセトアニリドをつくった生徒が，この反応を応用すれば，p-アミノフェノールと無水酢酸からかぜ薬の成分であるアセトアミノフェンが合成できるのではないかと考え，理科課題研究のテーマとした。



p-アミノフェノール	無水酢酸	アセトアミノフェン	酢酸
分子量 109	分子量 102	分子量 151	分子量 60

以下は，この生徒の研究の経過である。

p-アミノフェノールの性質を調べたところ，次のことがわかった。

・塩酸に溶ける。

・塩化鉄（Ⅲ）水溶液，さらし粉水溶液のいずれでも呈色する。

そこで，p-アミノフェノール 2.18 g に無水酢酸 5.00 g を加え，加熱後室温に戻したところ，白色固体 X が得られた。(a) X は塩酸に不溶であったが，呈色反応を調べたところ，アセトアミノフェンではないと気づいた。

文献を調べると，水を加えて反応させるとよい，との情報が得られた。

そこで，p-アミノフェノール 2.18 g に水 20 mL と無水酢酸 5.00 g を加えて加熱後室温に戻したところ，塩酸に不溶の白色固体 Y が得られた。(b) Y の呈色反応の結果から，今度はアセトアミノフェンが得られたと考えた。融点を測定すると，文献の値より少し低かった。これは Y が不純物を含むためだと考え，Y を精製することにした。(c) Y に水を加えて加熱して完全に溶かし，ゆっくりと室温に戻して析出した固体をろ過，乾燥した。得られた固体 Z は 1.51 g であった。Z の融点は文献の値と一致した。以上のことから，Z は純粋なアセトアミノフェンであると結論づけた。

問４　下線部(a)と下線部(b)に関連して，この生徒はどのような呈色反応を観察したか。その観察結果の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，選択肢中の○は呈色したことを，×は呈色しなかったことを表す。 **5**

	固体Ｘの呈色反応		固体Ｙの呈色反応	
	塩化鉄（Ⅲ）	さらし粉	塩化鉄（Ⅲ）	さらし粉
①	○	×	×	×
②	○	×	×	○
③	×	○	×	×
④	×	○	○	×
⑤	×	×	○	×
⑥	×	×	×	○

問５　化学反応では，反応物がすべて目的の生成物になるとは限らない。反応物の物質量と反応式から計算して求めた生成物の物質量に対する，実際に得られた生成物の物質量の割合を収率といい，ここでは次の式で求められる。

$$収率〔\%〕= \frac{実際に得られたアセトアミノフェンの物質量〔mol〕}{反応式から計算して求めたアセトアミノフェンの物質量〔mol〕} \times 100$$

この実験で得られた純粋なアセトアミノフェンの収率は何％か。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **6** ％

①　34　　②　41　　③　50　　④　69　　⑤　72

問６　下線部(c)の操作の名称と，固体 **Z** に比べて固体 **Y** の融点が低かったことに関連する語の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 7

	操作の名称	関連する語
①	凝析	過冷却
②	凝析	凝固点降下
③	抽出	過冷却
④	抽出	凝固点降下
⑤	再結晶	過冷却
⑥	再結晶	凝固点降下

■ 演習問題

1 次の文章中の空欄 [1] ～ [3] に当てはまる最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つずつ選べ。

トルエンを濃硫酸と加熱したのち，その溶液を水酸化ナトリウムで中和する。生成する化合物のアルカリ融解を行い，反応終了後に溶液を酸性にすると [1] が生成する。また，トルエンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を加えて反応させると，おもに [2] が生成する。ニッケルを触媒として，高温で [2] を水素と反応させると生成する化合物は [3] によく溶ける。

[1] の選択肢

① p- クレゾール
② フェノール
③ 安息香酸
④ p- トルエンスルホン酸
⑤ ベンジルアルコール

[2] の選択肢

① o- トルエンスルホン酸と p- トルエンスルホン酸
② o- トルエンスルホン酸と m- トルエンスルホン酸
③ o- ニトロトルエンと p- トルエンスルホン酸
④ o- ニトロトルエンと p- ニトロトルエン
⑤ o- ニトロトルエンと m- ニトロトルエン

[3] の選択肢

① 炭酸ナトリウム水溶液
② 炭酸水
③ 水
④ 希塩酸
⑤ 水酸化ナトリウム水溶液

＜ Note ＞

第３講　2018年度 試行調査 第3問＆演習問題　解答

■ 2018年度 試行調査

問題番号（配点）	設問		解答番号	正解	配点
第３問（20）	A	1	1	1	3
		2	2	5	3
		3	3	1	2
			4	4	2
	B	4	5	5	4
		5	6	3	3
		6	7	6	3

■ 演習問題

問題番号	解答番号	正解
1	1	1
	2	4
	3	4

< Note >